



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 24 228 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**F 02 C 6/12**  
F 02 B 37/12  
F 01 D 17/18

⑲ Aktenzeichen: 199 24 228.3  
⑳ Anmeldetag: 27. 5. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 7. 12. 2000

DE 199 24 228 A 1

⑦① Anmelder:  
3K-Warner Turbosystems GmbH, 67227  
Frankenthal, DE  
  
⑦② Vertreter:  
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,  
78048 Villingen-Schwenningen

⑦③ Erfinder:  
Engels, Berhold, Dr., 67256 Weisenheim, DE;  
Förster, Arno, 67549 Worms, DE; Lingenauer,  
Robert, 67227 Frankenthal, DE; Jaisle, Jens-Wolf,  
Dr., 69126 Heidelberg, DE

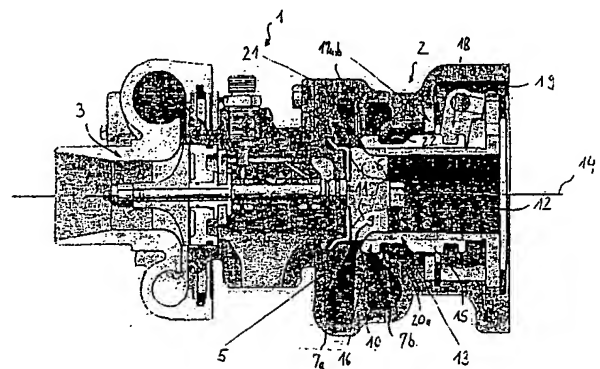
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 196 51 498 C1  
DE 43 03 520 C1  
DE 42 04 019 A1  
US 47 76 168

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Mehrflutiger, regelbarer Abgasturbolader

⑤⑦ Ein Abgasturbolader 1 weist eine regelbare Radialturbine 2, die über eine gemeinsame Welle 4 einen Verdichter 3 antreibt, auf, wobei ein mehrflutig ausgeführtes Turbinengehäuse 5 das Turbinenrad 6 umgibt und mindestens zwei, ringförmig das Turbinenrad 6 umgebende Zuströmkkanäle 7a, 7b aufweist, deren Austrittsöffnungen 8a, 8b zumindest abschnittsweise den Radeintritt 9 des Turbinenrades 6 umgeben und axial voneinander beabstandet sind. Ein ringförmiger, axialverschieblicher Schieber 15 ist zum Öffnen und Schließen der Austrittsöffnung 8a, 8b zumindest eines Zuströmkkanals 7a, 7b vorgesehen, so daß hierdurch der Ladedruck der Turbine beeinflusst werden kann. Die einfache Ausführung des Regelorgans macht den Abgasturbolader insbesondere auch für klein-volumige PKW-Motoren geeignet.



DE 199 24 228 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader nach Anspruch 1. Ein derartiger Abgasturbolader ist aus der Veröffentlichung "Kraftfahrtechnisches Taschenbuch/ Bosch", 21. Auflage, 1991, S. 420 ff bekannt.

Bei Abgasturboladern für Pkw-Motoren ist eine Regelung des Abgasturboladers erforderlich um aufgrund des großen Drehzahlbereichs bei Pkw-Motoren einen nahezu konstanten Ladedruck in einem möglichst weiteren Drehzahlbereich zu erzielen. Stand der Technik ist hier die abgasseitige Regelung bekannt, bei der ein Teil des Motorabgases um die Turbine herumgeführt wird (Bypass). Das dafür erforderliche Regelorgan kann als Ventil oder Klappe ausgeführt sein. Das Ladedruckregelorgan wird pneumatisch betätigt. Der erforderliche Steuerdruck wird am Abgasturbolader druckseitig abgenommen, so daß das System Abgasturbolader mit Ladedruckregelorgan eine selbständige Einheit darstellt.

Eine energetisch günstigere Regelung ermöglicht die variable Turbinengeometrie (VTG), mit der das Aufstauverhalten der Turbine kontinuierlich verändert und damit jeweils die gesamte Abgasenergie genutzt werden kann.

Von den dafür bekannten Ausführungsformen haben sich verstellbare Leitschaufeln wegen ihres großen Regelbereichs bei gleichzeitig guten Wirkungsgraden durchgesetzt. Durch Drehbewegung eines Verstellringes läßt sich eine einfache Verstellung des Schaufelwinkels vornehmen. Dabei werden die Schaufeln entweder über Verdrehnocken oder direkt über einzelne an den Schaufeln befestigte Verstellhebel auf den gewünschten Winkel eingestellt. Die Ansteuerung erfolgt pneumatisch über eine Stelldose mit Unter- oder Überdruck. Eine mikroelektronische Regelung kann die Vorteile der variablen Turbinengeometrie durch optimales Anpassen des Ladedruck über das gesamte Motorkennfeld sinnvoll nutzen.

Eine variable Turbinengeometrie (VTG) stellt jedoch einen nicht unbeträchtlichen Kostenaufwand dar, so daß bei Motoren mit kleinerem Hubraum sich Turbolader mit VTG nicht etablieren konnten.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung einen gattungsgemäßen Abgasturbolader anzugeben, welcher bei regelbarem Ladedruck kostengünstig für kleinere Motoren einsetzbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß im Gegensatz zum Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie keine aufwendige Verstellmechanik vorgesehen ist, der die Richtung und Geschwindigkeit der Abgasströmung vor dem Radeintritt regelt sondern die Anpassung des Turbinendurchsatzes über ein mehrflutiges Turbinengehäuse erfolgt, wobei ein zweiter Zuströmkanal mittels des Schiebers sukzessive zugeschaltet werden kann. Die Beaufschlagung der Turbine mit Abgas kann somit mittels eines einfachen, ringförmigen Schiebers direkt durch Öffnen und Schließen eines Zu-

strömkanals beeinflusst werden. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß im Gegensatz zu einem Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie, bei welchem der höchste Wirkungsgrad erst bei ungefähr 50% des maximalen Abgasstroms erzielt wird, bei dem erfindungsgemäßen Abgasturbolader der höchste Wirkungsgrad schon bei geringem Massenstrom, d. h. bei geringer Motordrehzahl anfällt. Dies führt zu einer Verbesserung des Motordrehmoments schon im unteren Drehzahlbereich, was besonders bei kleinvolumigen Motoren wünschenswert ist. Dieser Effekt resultiert insbesondere aus der mehr-, vorzugsweise zweiflutigen Ausbildung des Abgasturboladers, so daß eine Auslegung derart möglich ist, daß bei geschlos-

senem Schieber die einflutige Beaufschlagung für niedrige Drehzahlbereiche optimiert werden kann und erst mit steigender Drehzahl der Schieber sukzessive geöffnet wird.

In einer weiteren Ausführungsform erfolgt bei Betätigung des Schiebers über dessen Offenstellung hinaus eine Öffnung des Bypasskanals, so daß der Ladedruck begrenzt werden kann. Beachtlich hierbei ist, daß mittels nur eines Stellgliedes - des Schiebers - die Regelung des Ladedruckverhältnisses sowohl durch eine Erhöhung des Durchsatzes durch Öffnen einer weiteren Flut als auch eine Reduktion des Massenstroms durch Öffnen des Bypasses ermöglicht wird.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 20.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt eines Abgasturboladers mit Konturhülse und Schieber in Verschlussstellung,

Fig. 2a eine verkleinerte Darstellung des Abgasturboladers nach Fig. 1,

Fig. 2b den Abgasturbolader nach Fig. 2a mit Schieber in Offenstellung,

Fig. 2c den Abgasturbolader nach Fig. 2a mit Schieber in Bypassstellung,

Fig. 3a einen ausschnittweisen Längsschnitt eines Abgasturboladers mit hülsenloser Schiebersteuerung in Verschlussstellung und

Fig. 3b den Abgasturbolader nach Fig. 3a mit Schieber in Bypassstellung.

Fig. 1 zeigt einen Abgasturbolader 1, welcher eine Turbine 2 und einen von der Turbine 2 angetriebenen Verdichter 3 aufweist, die beide in Radialbauweise ausgeführt sind. Turbine 2 und Verdichter 3 sind auf einer gemeinsamen Welle 4 angebracht.

Die Turbine 2 nutzt die im Abgas enthaltene Energie zum Antrieb des Verdichters 3, der Frischluft ansaugt und verdichtete Luft in die Zylinder des nicht dargestellten Dieselmotors drückt. Der Abgasturbolader 1 ist nur durch den Luft- und Abgasmassenstrom strömungstechnisch mit dem Motor gekoppelt. Seine Drehzahl hängt nicht von der Motordrehzahl ab, sondern von dem Leistungsgleichgewicht zwischen Turbine 2 und Verdichter 3.

Ein zweiflutig ausgeführtes Turbinengehäuse 5 umgibt das Turbinenrad 6. Integraler Bestandteil des Turbinengehäuses 5 sind die beiden axial voneinander beabstandeten Zuströmkanäle 7a und 7b, deren Austrittsöffnungen 8a und 8b den Radeintritt 9 innerhalb des Turbinenrades 6 nahezu über den gesamten Umfang konzentrisch umgeben. Die beiden Zuströmkanäle 7a und 7b sind durch eine radial sich erstreckende Wandung 10 des Turbinengehäuses 5 voneinander abgetrennt. Der aus den Austrittsöffnungen 8a und 8b austretende Abgasstrom beaufschlagt den Radeintritt 9, welcher von den radial außen liegenden Enden der Schaufeln 11 des Turbinenrades 6 gebildet wird, wobei deren Zuschnitt dem Radeintritt eine zylindrische Außenkontur verleiht. Die Schaufeln 11 weisen einen bogenförmigen Zuschnitt auf, so daß das Abgas auf einem radial weiter innen liegenden Durchmesser das Turbinenrad 6 verläßt. Die Abgasströmung tritt dann stromabwärts in den Abgaskanal 12 der Radialturbine 2 ein, welcher von einer rohrförmigen Konturhülse 13 gebildet wird, die koaxial zur Achse 14 des Abgasturboladers 1 angeordnet ist. Das stromaufwärtige Ende der Konturhülse 13 weist einen bogenförmigen Zuschnitt auf, so daß sich die Konturhülse an den bogenförmigen Verlauf der Schaufeln 11 anschmiegt. Der Außendurchmesser des zylindrischen Außenumfanges der Konturhülse 13 weist in etwa denselben Durchmesser wie der Durchmesser des Rad-

eintritt 9 auf, so daß die Konturhülse 13 mit dem Radeintritt 9 fluchtet.

Zum Öffnen und Schließen des stromabwärtig gelegenen Zuströmkanals 7b bzw. dessen Austrittsöffnung 8b weist die Radialturbine einen ringförmigen, axial verschieblichen Schieber 15 auf, der in Fig. 1 und Fig. 2a in seiner Schließstellung dargestellt ist. Der koaxial zur Achse 14 angeordnete Schieber 15 umgibt die Konturhülse 13 konzentrisch und gleitet auf deren zylindrischen Außenkontur bei seiner in axialer Richtung erfolgenden Verstellbewegung. Hierzu ist der Schieber 15 an seinem stromabwärtigen Ende mit einem ladedruckabhängig gesteuerten Antrieb 16 gekoppelt. Zum Abschießen des stromabwärtigen Zuströmkanals 7b weist der Schieber 15 an seinem zuströmseitigen Ende einen Schließkopf 16 mit einer konischen Dichtfläche 17a auf, die wiederum mit einer konisch ausgebildeten Dichtfläche 17b der Wandung 10 zusammenwirkt. In seiner Schließstellung deckt somit der Schließkopf 16 die Austrittsöffnung 8b vollständig ab, so daß aus dem Zuströmkanal 7b kein Abgas austreten kann. Hierzu weist der Schließkopf 16 im Anschluß an die Dichtfläche 17a einen zylindrischen Abschnitt auf. Soll nun der Gasdurchsatz zur Einhaltung eines vorgegebenen Ladedruckverhältnisses erhöht werden, so erfolgt eine Verschiebung des Schiebers 15 in stromabwärtige Richtung, was zur Freigabe der Austrittsöffnung 8b führt und den Weg des Abgasstromes zum Radeintritt 9 freigibt. Diese Offenstellung in Fig. 2b gezeigt.

Um mit zunehmender Motordrehzahl ein Überschreiten des höchstzulässigen Ladedrucks zu vermeiden, weist der Abgasturbolader einen Bypasskanal 19 auf, dessen Verbindung zu den beiden unmittelbar vor dem Radeintritt 9 sich vereinigenden Fluten durch weitere stromabwärtige Verschiebung des Schiebers 15 freigegeben wird. In dieser in Fig. 2c dargestellten Bypassstellung des Schiebers 15 gibt dessen Schließkopf 16 eine gehäuseseitige Ausnehmung 20a frei. Um die stromabwärts der Ausnehmung 20a gelegene Ringdichtung 21 in Richtung des Bypasskanals 19 umströmen zu können, weist wiederum der Schieber 15 stromabwärts des Schließkopfes 16 eine umlaufende Nut 22 auf, so daß schließlich der Bypasskanal 19 über die Nut 22 und die Ausnehmung 20 zumindest mit der Abgasströmung des Zuströmkanals 7b verbunden ist.

Die Fig. 3a und 3b zeigen eine alternative Ausführungsform des Abgasturboladers 1 ohne die Ausbildung einer Konturhülse. Die Funktion der Konturhülse wird hierbei vollständig durch die rohrförmige Ausbildung des Schiebers 15 ersetzt, so daß der ebenfalls koaxial zur Achse 14 angeordnete und längsverschiebliche Schieber 15 den Abgaskanal 12 bildet.

Das Turbinenrad 6 ist mit einer sogenannten "100%-Kontur" ausgeführt, d. h. der Radeintritt 9 erstreckt sich im wesentlichen über die gesamte axiale Tiefe des Turbinenrades 6. Der Radeintritt 9 ist gegenüber den Austrittsöffnungen 8a und 8b sowie gegenüber einem zylindrisch ausgebildeten Abschnitt – die Schieberführung 23 – radial beabstandet. Die Schieberführung 23 weist eine Buchse 24 zur axial verschieblichen Führung des Schiebers 15 und zur Abdichtung auf. Wie in Fig. 3 zu erkennen, ist sowohl der Außen- als auch der Innendurchmesser des hülsenförmigen Schiebers 15 derart auf den Durchmesser der Schieberführung 23 und den Außendurchmesser des Radeintritts 9 abgestimmt, daß im geschlossenen Zustand des Schiebers der Schließkopf 16 des Schiebers 15 sowohl den Zuströmkanal 7b bzw. dessen Austrittsöffnung 8b verschließt als auch den sich durch die radiale Beabstandung des Radeintritts 9 zur Schieberführung 23 ergebenden Spalt 25 dicht abschließt. Hierzu ist der Schließkopf 16 im wesentlichen wie der Schließkopf nach Fig. 1 ausgeführt, so daß die Dichtflächen 17a und 17b mit-

einander zusammenwirken und der Schließkopf 16 die Austrittsöffnung 8b bei geschlossener Schieberstellung abschließt, wie dies in Fig. 3a dargestellt ist.

Im geschlossenen Zustand überdeckt der Schieber 15 den Radeintritt 9 in einem axialen Abschnitt. Durch sukzessives Öffnen des Schiebers 15 in stromwärtiger Richtung gibt der Schließkopf 16 die Austrittsöffnung 8b frei, so daß auch die Flut des stromabwärtigen Zuströmkanals 7b das Turbinenrad 6 beaufschlagt. Gleichwohl bleibt der Spalt zwischen Radeintritt 9 und Schieberführung 23 auch bei völliger Freigabe der Austrittsöffnung 8b durch die Überdeckung des Radeintritts 9 verschlossen. Erst bei weiterer stromabwärtiger Verschiebung des Schiebers 15 gibt der Schließkopf den Spalt 25 frei, so daß ein Teil des Abgasstromes – die Abblaseung – nicht mehr wie in Fig. 1 dargestellt außen um den Schieber herum, sondern innerhalb des Schiebers 15 erfolgt.

Um die optimale Beaufschlagung des Radeintritts 9 durch den stromaufwärtigen Zuströmkanal 7a zu gewährleisten, weist der Schließkopf 16 eine konisch sich verjüngende Eintrittsöffnung 26 auf, wodurch weiter ein Totregelweg vermieden wird. Um die Dichtheit zwischen Turbinengehäuse 5 und dem Schieber 15 zu gewährleisten, ist im stromabwärtigen Anschluß an den Schließkopf ein Kolbenring 27 vorgesehen, der mit der Schieberführung 23 dichtend zusammenwirkt. Als Werkstoff für den Kolbenring ist Haynes Alloy 25 vorgesehen, um die erforderliche Elastizität bei den maximalen Betriebstemperaturen zu gewährleisten. Um ein optimales Zusammenwirken zwischen Kolbenring 27 und Buchse 24 zu gewährleisten, ist die Buchse aus dem Werkstoff Brico PMS 2600 ausgeführt, was zum einen die erforderliche Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit und zum anderen das Schmiervermögen besitzt. Der feste Sitz der Buchse 24 wird mittels einer Presspassung gewährleistet. Im Gegensatz zu dem nach Fig. 1 dargestellten Schieber ist der Schieber nach den Fig. 3a und 3b aus dem Werkstoff Brico PMS 2600 statt aus dem Gußwerkstoff Inconell 713C ausgeführt.

Hierdurch kann auf den für Inconell notwendigen, aufwendigen Gießprozeß verzichtet werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Abgasturbolader
- 2 Turbine
- 3 Verdichter
- 4 Welle
- 5 Turbinengehäuse
- 6 Turbinenrad
- 7a, b Zuströmkanal
- 8a, b Austrittsöffnung
- 9 Radeintritt
- 10 Wandung
- 11 Schaufel
- 12 Abgaskanal
- 13 Konturhülse
- 14 Achse
- 15 Schieber
- 16 Schließkopf
- 17a, b Dichtfläche
- 18 Antrieb
- 19 Bypasskanal
- 20a, b Ausnehmung
- 21 Ringdichtung
- 22 Nut
- 23 Schieberführung
- 25 Spalt
- 26 Eintrittsöffnung
- 27 Kolbenring

1. Abgasturbolader (1) mit einer regelbaren Radialturbine (2), die über eine gemeinsame Welle (4) einen Verdichter (3) antreibt, wobei ein mehrflutig ausgeführtes Turbinengehäuse (5) das Turbinenrad (6) umgibt und mindestens zwei, ringförmig das Turbinenrad (6) umgebende Zuströmkanäle (7a, 7b) aufweist, deren Austrittsöffnungen (8a, 8b) zumindest abschnittsweise den Radeintritt (9) des Turbinenrades (6) umgeben und axial voneinander beabstandet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein ringförmiger, axialverschieblicher Schieber (15) zum Öffnen und Schließen der Austrittsöffnung (8a, 8b) zumindest eines Zuströmkanals (7a, 7b) vorgesehen ist.
2. Abgasturbolader nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Turbinengehäuse (5) zwei Zuströmkanäle (7a, b) aufweist, die mittels einer Wandung (10) voneinander abgetrennt sind und das radial innenliegende Ende der Wandung (10) eine ringförmige Dichtfläche (17b) zum Zusammenwirken mit dem Schieber (15) aufweist.
3. Abgasturbolader nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Vereinigen der Fluten vor dem Radeintritt (9) das Ende der Wandung (10) radial vom Radeintritt (9) beabstandet ist.
4. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) an seinem zuströmseitigen Ende einen Schließkopf (16) mit einer konischen Dichtfläche (17a) zum Schließen eines Zuströmkanals (7a, b) aufweist.
5. Abgasturbolader nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an die Dichtfläche (17a) des Schließkopfes (16) ein zylindrischer Abschnitt zum Abdecken der Austrittsöffnung (8, ab) ausgebildet ist.
6. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) zum Regeln seiner Stellung mit einem ladedruckabhängig gesteuerten Antrieb (18) gekoppelt ist.
7. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Außendurchmesser des Schiebers (15) von einer zylindrischen Dicht- und/oder Führungsfläche (23) des Turbinengehäuses (5) und der Innendurchmesser vom Durchmesser des Radeintritts (9) bestimmt wird.
8. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) zumindest in Schließstellung in einen zum Radeintritt (9) und Turbinengehäuse (5) ausgebildeten Spalt (25) hineinragt und diesen schließt.
9. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) den Radeintritt (9) zumindest in Schließstellung einen axialen Abschnitt des Radeintritts (9) überdeckt.
10. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgasturbolader (1) ein Turbinenrad (6) aufweist, dessen Radeintritt (9) sich im wesentlichen über die gesamte axiale Abmessung der Schaufelblätter (11) erstreckt.
11. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Radeintritt (9) zumindest einen schieberseitigen Abschnitt mit zylindrischer Kontur aufweist.
12. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) eine konisch sich verjüngende Eintrittsöffnung (26) aufweist, die stromabwärts in einen zylindrischen Abschnitt übergeht.

13. Abgasturbolader nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Abschnitt des Schiebers (15) zumindest in Schließstellung den Abschnitt mit zylindrischer Kontur des Radeintritts (9) abdeckt.

14. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) den Abgaskanal (12) der Radialturbine (2) bildet.

15. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß koaxial zum Schieber (15) eine rohrförmige Konturhülse angeordnet ist, die im austrittsseitigen Anschluß an das Turbinenrad (6) den Abgaskanal (12) der Radialturbine (2) bildet.

16. Abgasturbolader nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgasturbolader einen Bypaßkanal (19) aufweist, welcher mit dem verschleißbaren Zuströmkanal (7b) in Verbindung steht, wobei die Verbindung mittels des Schiebers (15) verschließbar ist.

17. Abgasturbolader nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Turbinengehäuse (5) und dem Schieber (15) eine Dichtung vorgesehen ist, die den Schieber (15) bei Schließstellung kontaktiert und die Verbindung unterbricht und eine am Schieber ausgebildete Ausnehmung (20a) bei Bypaßstellung des Schiebers (15) die Kontaktierung der Dichtung unterbricht und die Verbindung zum Bypaßkanal (19) freigibt.

18. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Konturhülse (13) mit ihrem stromaufwärtigen Ende in die bogenförmige Außenkontur des Turbinenrades (6) hineinragt.

19. Abgasturbolader nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrische Konturhülse (13) am Außenumfang mit dem Radeintritt (9) fluchtet.

20. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (15) die Austrittsöffnung (8b) des stromabwärts gelegenen Zuströmkanals (7b) öffnet und schließt und koaxial zur Turbinenachse (14) angeordnet ist.

---

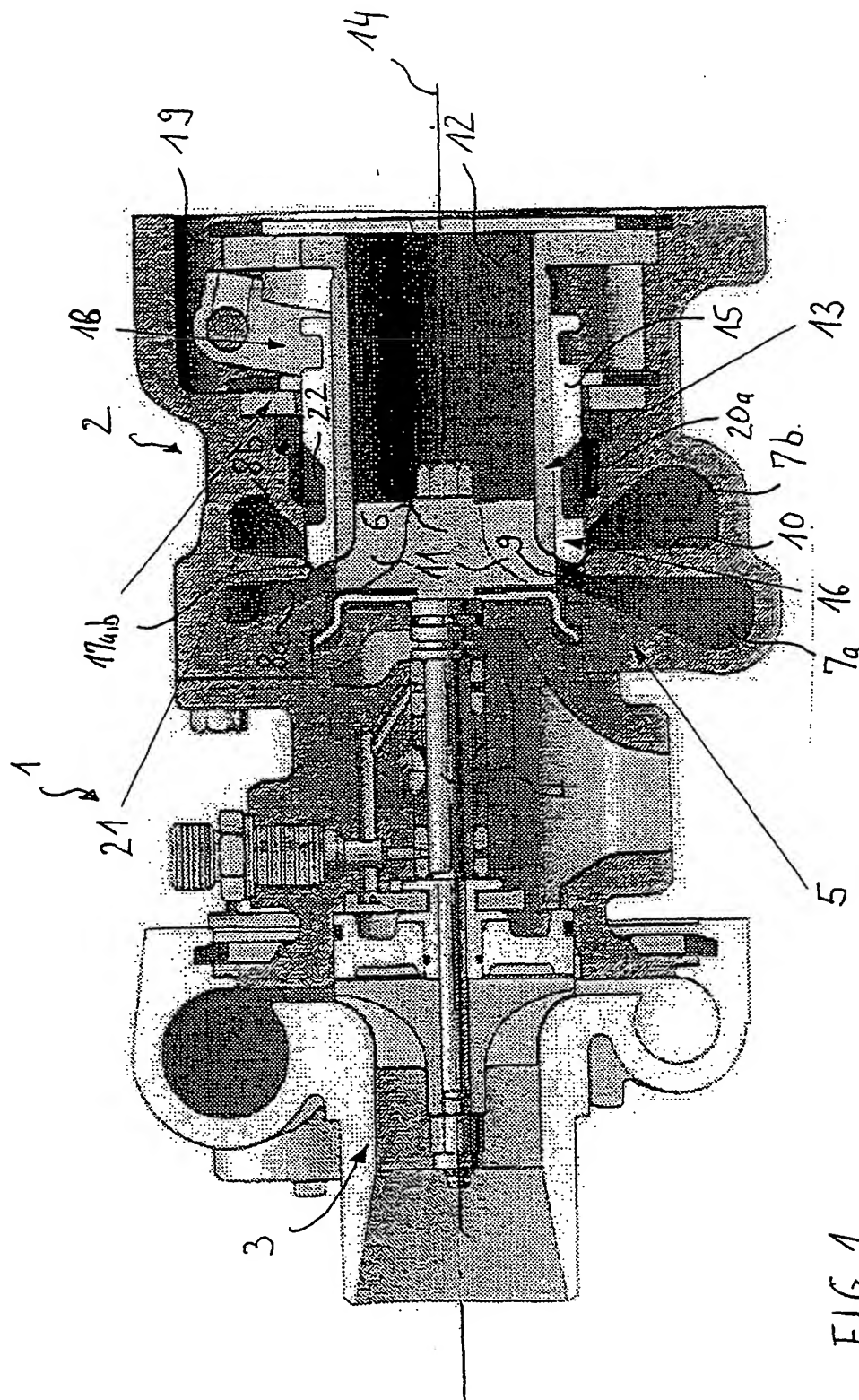
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

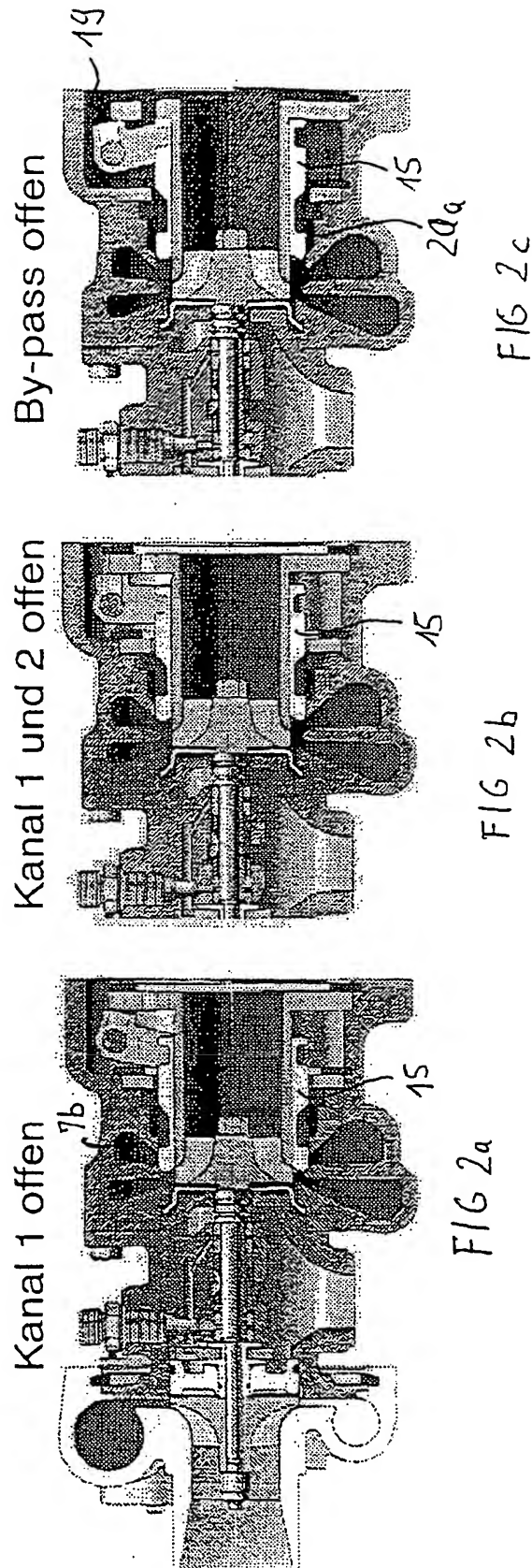
---

---

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





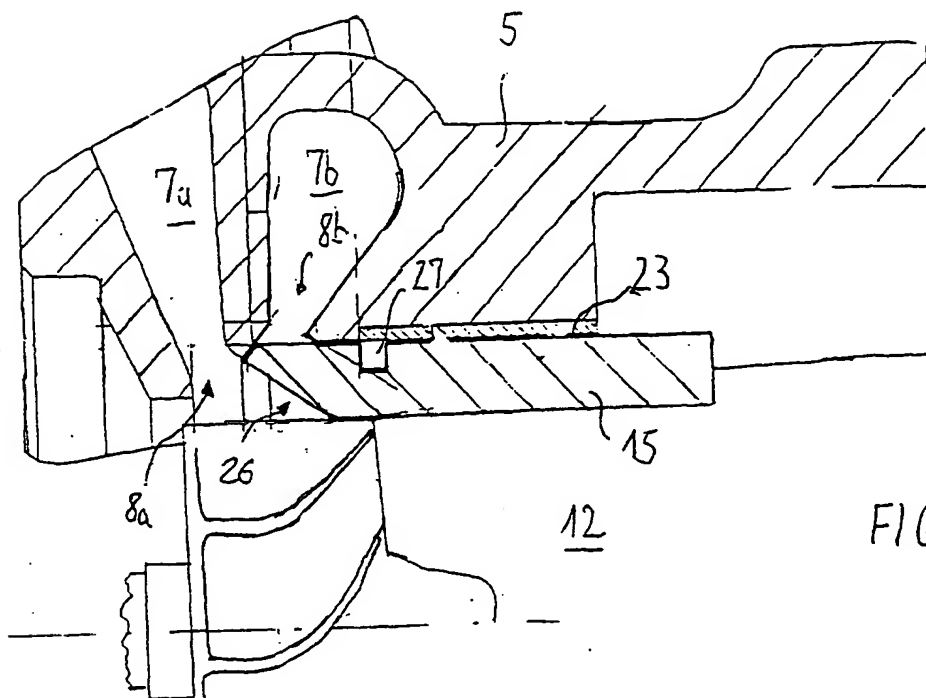


FIG 3a

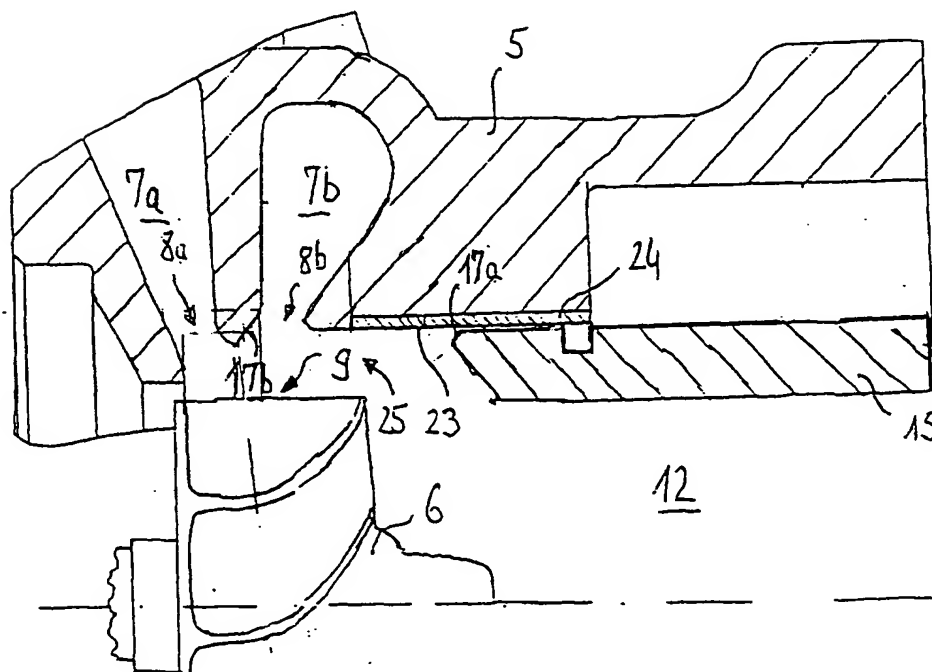


FIG 3b